Módulo 07-A

(LDR, Termistores, Proyectos asociados y Osciladores)

El tener claro el concepto básico de funcionamiento de los transistores nos permitirá desarrollar automatismos que dependiendo del sensor o interruptor utilizado podrán solucionar muchos problemas de la vida técnica industrial y doméstica.

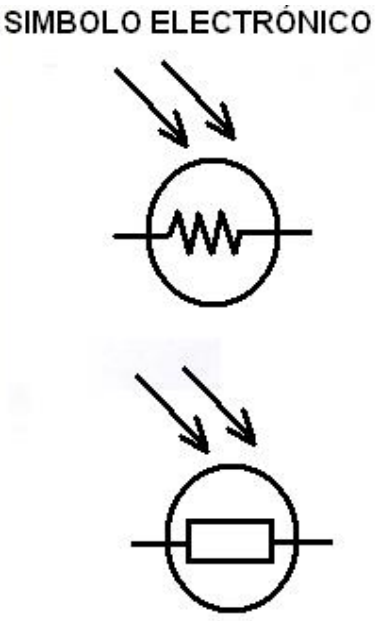
Quien no necesita en su hogar controlar de forma automática las luces, quien en la industria no necesita controlar la temperatura de un proceso y muchas cosas más.

Bien, en éste módulo se verán varios proyectos que interactuarán con su medio como luz y calor entre otros. Se hará hincapié en los sensores a utilizar ya que ahí estará parte importante del éxito en su diseño.

Detectando el mundo real (Luz)

En electrónica existen varios componentes capaces de detectar luz y dentro de estos están las foto celdas, fotorresistencias, LDR (Light Dependent Resistor) o resistencias sensibles a la luz como se les suele llamar.

Construidas en base a distintos sulfuros como por ejemplo el de Cadmio, tienen la particularidad de variar su resistencia en función de la luz que incide en ellas.



Las células de sulfuro del cadmio se basan en la capacidad del cadmio de variar su resistencia según la cantidad de luz que incide en la célula. Cuanta más luz incide, más baja es la resistencia. Las células son también capaces de reaccionar a una amplia gama de frecuencias, incluyendo **infrarrojo** (IR), **luz visible**, y **ultravioleta** (UV).

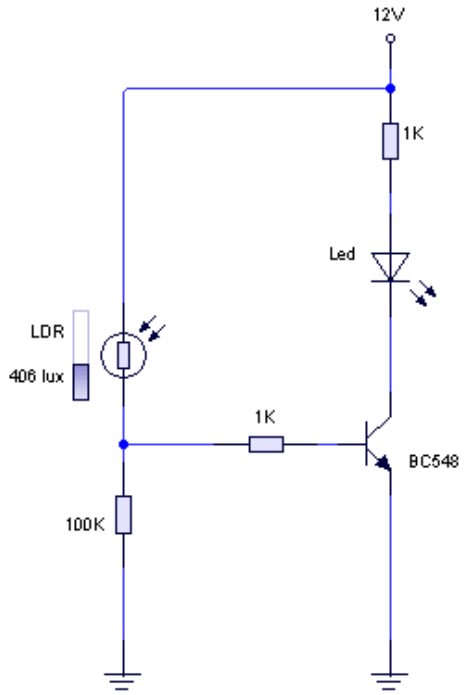
La variación del valor de la resistencia tiene cierto retardo, diferente si se pasa de oscuro a iluminado o de iluminado a oscuro. Esto limita a no usar los LDR en aplicaciones en las que la señal luminosa varía con rapidez.

El tiempo de respuesta típico de un LDR está en el orden de una décima de segundo (100mS). Esta lentitud da ventaja en algunas aplicaciones, ya que se filtran variaciones rápidas de iluminación que podrían hacer inestable un sensor (ej. tubo fluorescente alimentado por corriente alterna).

En aplicaciones como saber si es de día o es de noche la lentitud de la detección no es importante, y en otras como las de detectar un haz de luz infrarrojo codificado (controles remoto) no nos servirán (para ello se usarán fototransistores o fotodiodos).

Se fabrican en diversos tipos y pueden encontrarse en muchos artículos de consumo, como por ejemplo cámaras, medidores de luz, alarmas de seguridad o sistemas de encendido y apagado del alumbrado de calles.

Veamos un circuito básico y experimentémoslo:



La LDR no tiene polaridad, es como una resistencia más.

En este circuito la LDR y la resistencia de 100K conforman un divisor de tensión en la base del transistor, éste divisor de tensión no es fijo ya que uno de sus componentes es variable (LDR).

Cuando la LDR no está iluminada presentará una altísima resistencia (varios megohmios) por ende no circulará mucha corriente desde el positivo y el transistor NPN (BC548) no se excitará.

Esto es como una “pulseada” entre la LDR y la resistencia fija de 100K.

Cuando iluminemos la LDR ésta bajará su valor óhmico (algunos cientos de ohmios) y logrará pasar suficiente tensión desde el positivo para excitar la base del transistor.

Todo esto quedará representado en el Led que brillará o no de acuerdo a la situación, si ilumino la LDR el Led deberá encender, si la mantengo a obscuras el Led no debería brillar.

Práctica número 18

Arme en la Protoboard el circuito de foto control tal cual está en la página anterior, verifique su buen funcionamiento.

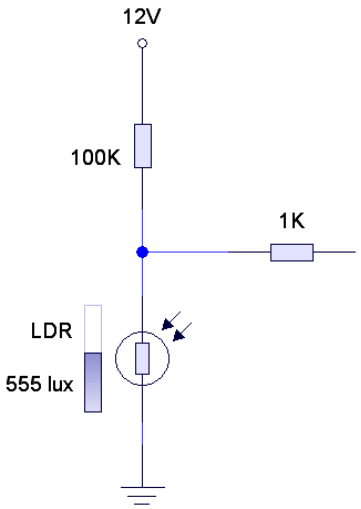
No desarme nada cuando termine…

Modificación de la práctica 18:

Vamos a realizar una modificación que es muy importante, ya que invierte el comportamiento del aparato… es decir, en el anterior circuito cuando ilumino la LDR se enciende el Led y viceversa.

Si yo pienso en esta lógica de funcionamiento el anterior circuito no me sirve por ejemplo para que se ilumine el Led en ausencia de luz.

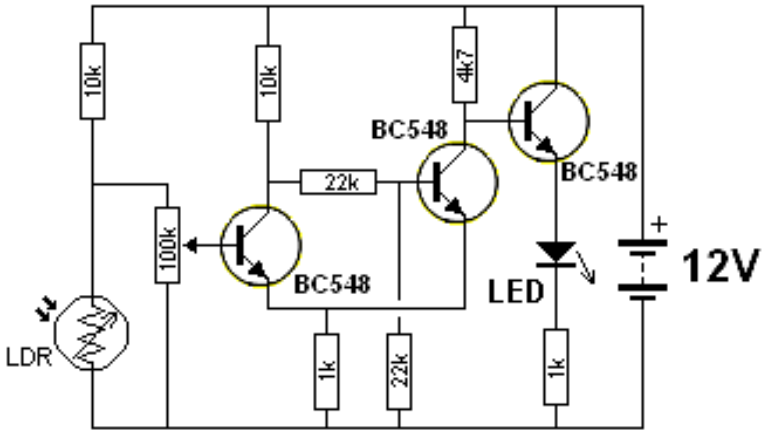
Para ello invertiremos la posición de los componentes en el circuito divisor de tensión con lo cual se logrará excitar al transistor en ausencia de luz, y cuando la LDR sea iluminada ésta presentará baja resistencia y llevará la base prácticamente a tierra llevando al corte al transistor (no conduce).



Preste mucha atención a lo que hemos realizado ya que esto se hará siempre que se desee invertir la excitación de un transistor mediante éste método.

Podremos aplicar dicho razonamiento ante LDR's, Termistores, y todo tipo de elemento resistivo colocado en disposición de divisor de tensión.

Práctica número 19



TADELEC-KIT-03

En esta práctica buscaremos mejorar las características de nuestro foto control, para ello utilizaremos más de un transistor y aprovecharemos mediante la correcta configuración del circuito una propiedad llamada disparador de Schmitt.

Un circuito disparador de Schmitt (Schmitt Trigger en inglés) es un circuito que tiene un cambio más rápido de apagado a encendido que de encendido a apagado o viceversa.

En nuestro caso hemos utilizado 2 transistores para producir este efecto y el tercero es una etapa amplificadora con la configuración de seguidor de emisor

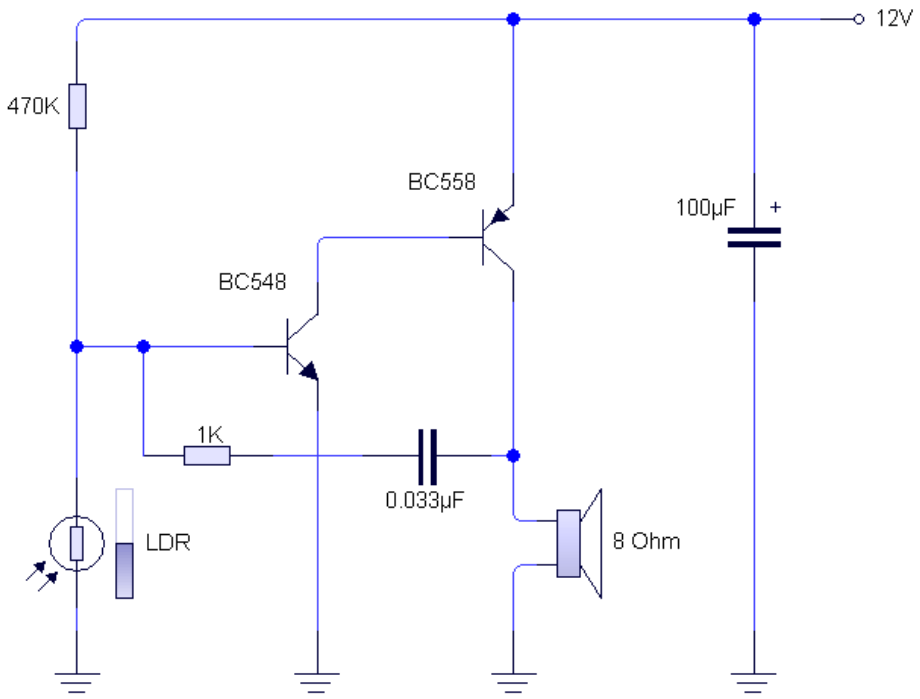
El circuito hará encender un Led o relé (si lo agregamos) y el propósito es que dicho encendido sea rápido a determinado nivel pero que el apagado del mismo no se realice exactamente en el mismo lugar, sino que se necesite bajar un poquito más la iluminación de la LDR para provocarlo.

La brecha entre ON y OFF se llama margen de histéresis y es una particularidad muy buscada para la estabilidad de muchos circuitos, no solo hablando de iluminación sino también aplicable a temperatura, humedad y muchos otros controles.

Armemos en Protoboard este proyecto y verifiquemos un funcionamiento más estable y sigamos experimentando distintas mejoras al mismo.

Recuerde no olvidar la palabra ***Schmitt Trigger*** pues la seguiremos viendo muy a menudo…

Práctica número 20



El circuito que presento en esta práctica es novedoso ya que servirá para fabricar un avisador de puerta, el mismo emitirá un pitido cuando la LDR se encuentre a obscuras o sea tapada por algún objeto.

De lo contrario mientras la luz incida sobre la misma el circuito permanecerá en silencio.

Sin entrar demasiado en el tema ya que más adelante veremos circuitos osciladores podemos ver fácilmente como a través del condensador de 0,033uF se provoca una realimentación al primer transistor del circuito que hará oscilar al conjunto.

Armemos este circuito y probemos su comportamiento ante distintos estímulos lumínicos.

Por ahora vamos a dejar los proyectos con detección de luz ya que más adelante los volveremos a tratar y nos dedicaremos en las siguientes páginas al censado de la temperatura.

Detectando el mundo real (Temperatura)

En electrónica una de las variables que más necesitaremos controlar será la temperatura, para ello al igual que con la detección de luz existen muchos componentes capaces de censar la misma.

Uno de los más comunes serán los ***Termistores*** o resistencias sensibles a la temperatura, éstas están fabricadas en base a óxido férrico u óxido de níquel y vienen en varios formatos y tamaños.

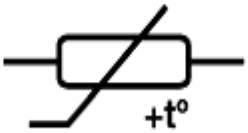
Símbolo do Termístor

Más allá de su amplia variedad existen dos tipos bien diferenciados… los del tipo PTC y los del tipo NTC.

NTC (**N**egative **T**emperature **C**oefficient) – coeficiente de temperatura negativo

PTC (**P**ositive **T**emperature **C**oefficient) – coeficiente de temperatura positivo

Termistor NTC
(Negative Temperature Coefficient)
Su resistencia disminuye significativamente al aumentar la temperatura.



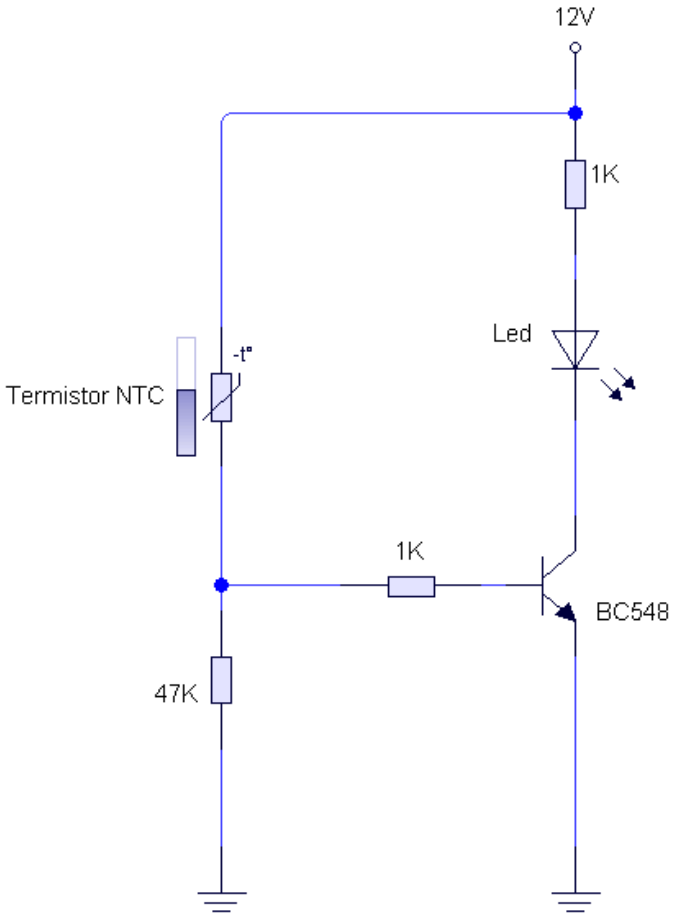
Termistor PTC
(Positive Temperature Coefficient)
Su resistencia aumenta significativamente al aumentar la temperatura.

Cuando la temperatura aumenta, los del tipo ***PTC*** aumentan su resistencia, y los del tipo ***NTC*** la disminuyen.

El utilizar unos u otros dependerá de cómo esté diseñado el circuito en el cual trabajen y vendrán en diversos valores óhmicos, no son componentes muy caros y serán difíciles de encontrar aunque teniendo buena vista los podremos ver en relojes con termómetro, impresoras, placas de computadoras y otros aparatos de medida.

Práctica número 21

Como se puede ver el esquema es bastante parecido al utilizado con las LDR, la diferencia radicará en que en lugar del sensor foto eléctrico habrá un sensor de temperatura o Termistor formando un divisor de tensión en la base del transistor que controlará la carga.



En este circuito el termistor NTC está en disposición de divisor de tensión con la resistencia fija de 47K.

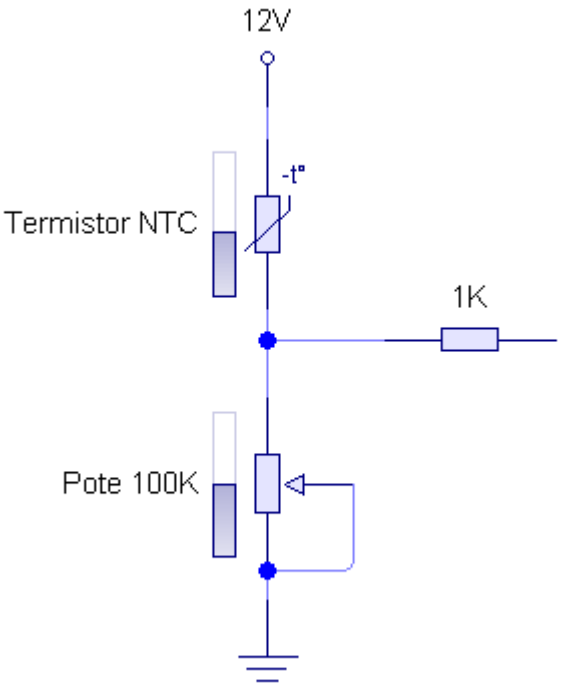
Cuando el termistor se encuentre a temperatura ambiente el divisor debe de estar calculado para que el transistor no se excite y el Led por consiguiente no encienda.

Al aumentar la temperatura el termistor NTC bajará de valor óhmico, por lo tanto pasará más corriente por él y se excitará la base del transistor conectando la carga (Led + resistencia).

Obviamente que éste circuito es experimental y su calibración será dificultosa, pero vale la pena experimentar e ir probando distintos valores de resistencia fija a efectos de calibrarlo a distintas temperaturas.

Una solución muy práctica será la de utilizar un potenciómetro en lugar de la resistencia fija, esto nos dará la posibilidad de "ajustar" el punto exacto de funcionamiento de nuestro termostato experimental…

Con el agregado del potenciómetro lograremos ajustar el "***set point***" de nuestro instrumento.



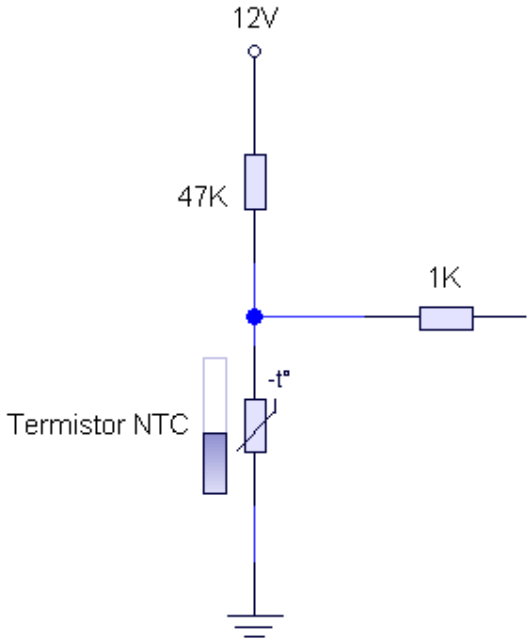
Para éste tipo de trabajo en electrónica veremos otro tipo de potenciómetro especial muy utilizado cuando se requiere un ajuste fino.

Le hablo de los potenciómetros o Preset Multivueltas, que en realidad son un potenciómetro común y silvestre con un artilugio mecánico que nos hará dar muchas vueltas al eje de mando para lograr el mismo recorrido.

Se los muestro y no los olvide ya que los seguiremos utilizando…

Dejando de lado el tema del potenciómetro y volviendo a la resistencia fija podremos también al igual que lo hicimos con la LDR cambiar de lugar al Termistor para invertir el trabajo de nuestro termostato experimental.

Imaginemos que ahora queremos encender una resistencia calefactora cuando un ambiente esté frio y que dicho sistema se apague al llegar a una temperatura prefijada. El circuito divisor con la inversión se debería ver de la siguiente manera:



En esta práctica (número 21) armaremos el circuito de la página 7 y le haremos todo tipo de cambios.

Estos cambios realizados con criterio y sentido común le serán de lo más provechosos pues así estará aprendiendo realmente electrónica.

Recuerde que para ayudarse en las pruebas podrá arrimar el soldador o alguna otra fuente de calor al Termistor (encendedor, vela, pistola secadora.)

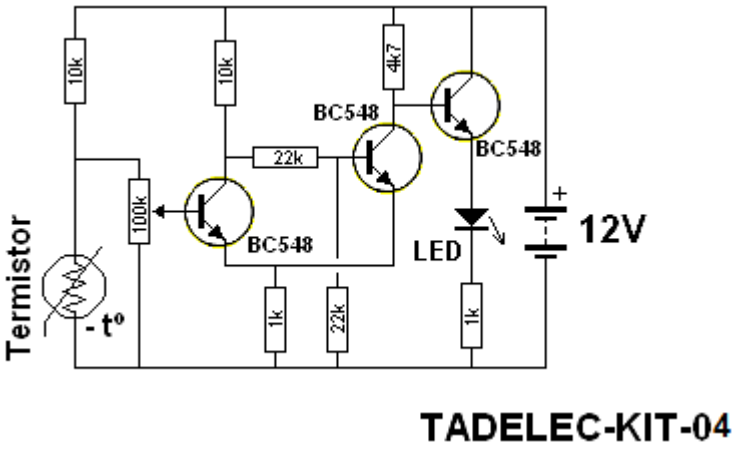
Pero tenga presente que los Termistores no han sido diseñados para temperaturas mayores a los cien grados centígrados (100ºC).

Si en alguna aplicación se acercan a su límite máximo operacional es muy común verlos dentro de vainas metálicas protectoras.

Por lo general los Termistores se utilizarán para temperaturas que van desde los -20ºC hasta los 80ºC.

Es muy común hallarlos en aire acondicionado y refrigeración, en donde por lo general tienen vaina de plástico.

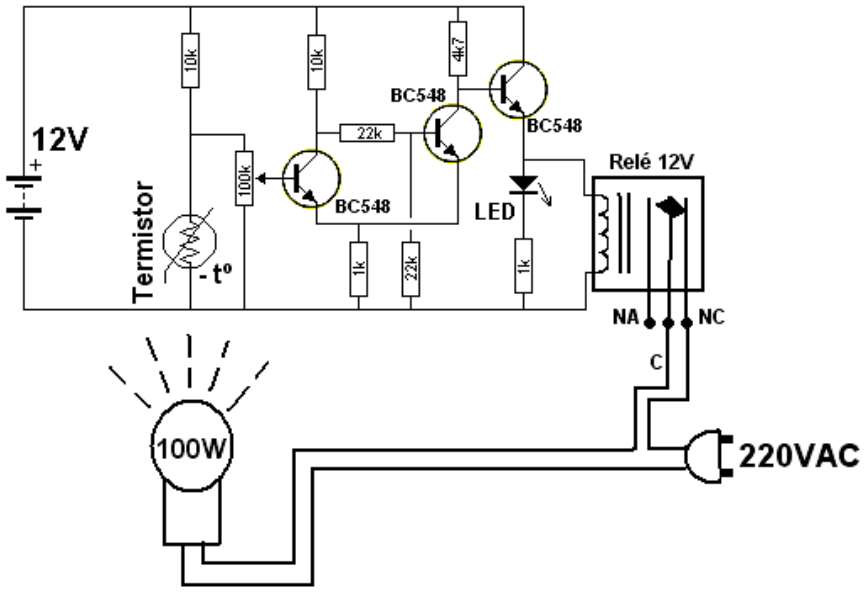
Práctica número 22



En esencia el circuito electrónico es el mismo que el utilizado anteriormente con la LDR, recuerde que éste circuito se denomina Schmitt Trigger y mejora la respuesta en el encendido y apagado de la carga gracias a la diferencia o histéresis entre ambos puntos.

Con el preset de 100K (que puede ser del tipo multivueltas) podremos ajustar con exactitud el punto de funcionamiento para nuestro termostato.

Agregando un relé en paralelo con la carga (Led + resistencia de 1K) podremos controlar potencia y si además el relé cuenta con contacto inversor se podrá hacer un sinfín de prácticas muy didácticas y entretenidas.



Colocando la lámpara cerca del Termistor lograremos la interacción de ambos, cuando la temperatura cerca del termistor sea elevada gracias a la lámpara encendida el termostato la apagará, por ende bajará la misma y en determinado punto se volverá a encender y el ciclo se repetirá.

Con lo anterior estamos construyendo un sistema de control de lazo cerrado, éste tipo de sistemas serán muy comunes y difundidos en todo ámbito.

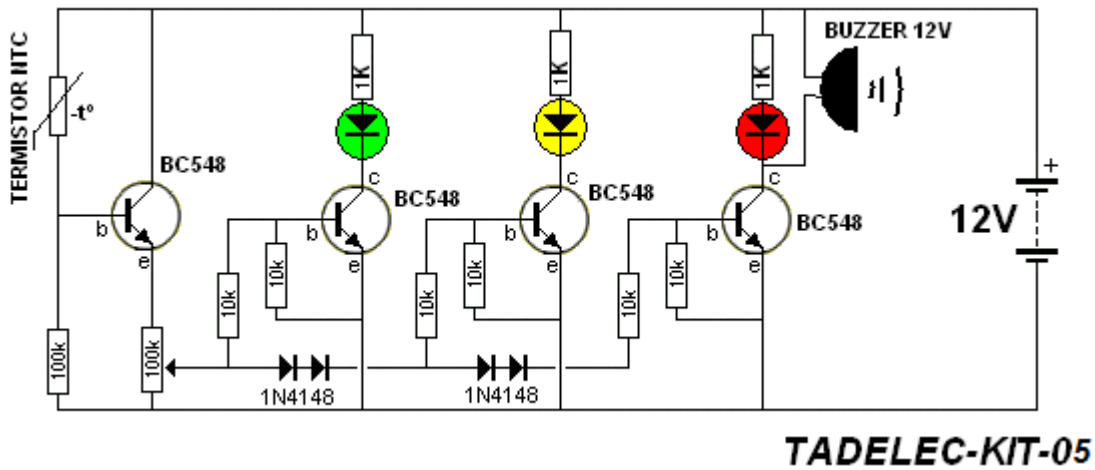
Colocando todo el conjunto dentro de un recinto cerrado (por ejemplo una caja de zapatos) el efecto se volverá más estable y de fácil apreciación.

Práctica número 23

Este proyecto tiene como misión ya no la función de termostato controlando un objeto a su salida, ahora construiremos una alarma de temperatura que tendrá tres etapas de aviso.

Se construirá con cuatro transistores y pese a su simpleza funciona muy bien y es muy confiable, obvio que en lugar del último Led (rojo) y el buzzer se podría colocar un relé y desde allí controlar una sirena de mayor potencia o el elemento que usted imagine.

Muy versátil y práctica es esta práctica que armaremos en nuestra Protoboard, le recomiendo sea cuidadoso con las conexiones ya que estamos usando “muchos” transistores y la concentración y prolijidad le serán vitales.



En electrónica serán muy comunes y muchas veces serán de gran ayuda cuando queramos darle un toque audible a nuestros proyectos, le hablo de los ***Buzzer*** electrónicos.

Estos buzzers en particular no son un simple parlante en miniatura, solo con administrarles voltaje ellos ya sonarán emitiendo un pitido bastante audible para el tamaño con que cuentan.

Generalmente tienen un diafragma de cuarzo el cual es excitado por un pequeño oscilador interno.

Tienen una impedancia muy alta, tienen polaridad y por lo general el voltaje de alimentación es amplio yendo desde algunos pocos Volts hasta por ejemplo 12Volts.

Al probarlos con el tester es muy probable que suenen con el mismo voltaje de prueba, y recuerde… si dan baja resistencia usted estará ante otro tipo de buzzer que sí se asemeja a un simple parlante, pero no a estos del tipo electrónico.

En ésta etapa del curso ya hemos visto bastante acerca de cómo excitar al transistor con estímulos del mundo real, para culminar con el módulo número 7 le propondré pasar a un apéndice o extensión del mismo en donde trataremos el tema de los osciladores.

Sin salirnos del aprendizaje de los transistores en las próximas páginas (Módulo 7-B) lo veremos en configuraciones de oscilador, esto nos permitirá construir destelladores, sirenas electrónicas, generar sonido, controlar luminosidad o potencia y muchos proyectos más…

Sin más lo invito a pasar al próximo tema!!!